

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : 2 758 654  
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : 97 00592

(51) Int Cl<sup>6</sup> : H 01 L 27/146, H 01 L 21/98, H 04 N 5/335, 3/15 // G 09 F 9/33

(12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 21.01.97.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 24.07.98 Bulletin 98/30.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : THOMSON TUBES ELECTRONIQUES — FR.

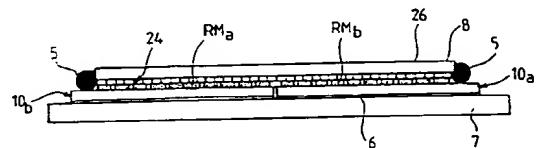
(72) Inventeur(s) : MICHAILOS JEAN, GUILLOUD JEAN PAUL, MOY JEAN PIERRE, SPINNLER VINCENT et VIEUX GERARD.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : THOMSON CSF.

(54) PROCEDE DE REALISATION D'UN DETECTEUR DE RAYONNEMENT A ECRAN PLAT ET DETECTEUR OBTENU PAR CE PROCEDE.

(57) L'invention concerne des détecteurs de rayonnement de grande dimension obtenus par l'assemblage de panneaux élémentaires unitaires (10<sub>a</sub>-RM<sub>a</sub>, 10<sub>b</sub>-RM<sub>b</sub>). Le procédé de réalisation comprend les étapes suivantes: juxtaposition de ces panneaux détecteurs élémentaires (10<sub>a</sub>-RM<sub>a</sub>, 10<sub>b</sub>-RM<sub>b</sub>) et collage (6) sur un support commun (7), dépôt d'un film de découplage optique (8) sur les panneaux élémentaires (10<sub>a</sub>-RM<sub>a</sub>, 10<sub>b</sub>-RM<sub>b</sub>), et disposition sur l'ensemble, par une technique dite "rapportée", d'un scintillateur (24, 26) et scellement étanche (5) en périphérie. §.



FR 2 758 654 - A1



"Procédé de réalisation d'un détecteur de rayonnement à écran plat et détecteur obtenu par ce procédé"

La présente invention concerne un procédé de 5 réalisation d'un détecteur de rayonnement à écran plat, notamment un détecteur de rayons X de grande dimension obtenu par association de plusieurs détecteurs élémentaires.

L'invention concerne également un détecteur obtenu par ce procédé.

10 Selon la technologie actuelle, les détecteurs de rayonnement sont réalisés à base d'une matrice d'éléments photosensibles à l'état solide. Les éléments photosensibles à l'état solide connus ne sont pas sensibles directement aux rayons de longueurs d'onde très courtes, par exemple des 15 rayons X ou  $\gamma$ . Il est nécessaire de les associer à un organe scintillateur. Celui-ci est réalisé en une substance qui a la propriété, lorsqu'elle est excitée par ces rayons, d'émettre une lumière dans une gamme de longueurs d'onde plus grandes : dans le visible (ou le proche visible). La 20 longueur d'onde précise dépend de la substance utilisée. Le scintillateur agit donc comme un convertisseur de longueurs d'onde. La lumière visible ainsi générée est transmise aux éléments photosensibles qui effectuent une conversion photoélectrique de l'énergie lumineuse reçue en signaux 25 électriques exploitables par des circuits électroniques appropriés.

Un scintillateur selon l'art connu est décrit, à titre d'exemple non limitatif, dans la demande de brevet français FR-A-2 636 800 (THOMSON-CSF).

30 Les figures 1a à 1d, annexées à la présente description, illustrent le fonctionnement d'un détecteur de rayonnement à l'état solide selon l'art connu.

Les figures 1a et 1b représentent deux coupes latérales, orthogonales l'une à l'autre, d'une matrice d'éléments photosensibles associée classiquement à une feuille de substance scintillatrice.

5 Chaque élément photosensible comporte une photodiode ou un phototransistor, sensible aux photons, dans le visible ou le proche visible. A titre d'exemple, comme illustré sur les figures 1a à 1d, chaque élément photosensible est constitué, par exemple, de deux diodes,  $D_{mn1}$  et  $D_{mn2}$ , 10 disposées tête-bêche et le réseau matriciel RM comporte des conducteurs de colonnes,  $Cc_1$  à  $Cc_x$ , et des conducteurs de lignes,  $C_1$  à  $C_y$ . Chacune des diodes,  $D_{mn1}$  et  $D_{mn2}$ , 15 constitue de manière connue, une capacité quand elle est polarisée en inverse. La première diode,  $D_{mn1}$ , a une capacité typiquement dix fois moins importante que la capacité de la seconde diode,  $D_{mn2}$ . Elle joue principalement le rôle de commutateur, alors que la seconde diode est préférentiellement photodéTECTrice.

A chaque croisement d'une ligne et d'une colonne, 20 par exemple de la ligne  $C_{1n}$  et de la colonne  $C_{cm}$  (voir Figure 1d), on dispose un tel ensemble de deux diodes tête-bêche,  $D_{mn1}$  et  $D_{mn2}$ . Les diodes peuvent être remplacées par des transistors réalisés en technologie "TFT", de l'anglo-saxon "Thin Film Transistor" ou "transistor en couches 25 minces".

Les conducteurs 12 (figures 1a et 1b) sont constitués par un dépôt de métal sur un substrat isolant 10, de préférence du verre. Le dépôt est suivi d'une opération de photogravure, pour obtenir des pistes conductrices 30 parallèles de largeur appropriée. Les diodes (par exemple,  $D_{mn1}$  et  $D_{mn2}$ ) sont formées par dépôt, sur les pistes conductrices de colonnes 12, puis gravure, des couches de silicium amorphe (Sia), intrinsèque ou dopé à l'aide de matériaux semi-conducteurs de type P ou N. Une couche très 35 fine de matériau conducteur, de préférence transparent, est

déposée sur la couche isolante 20, de manière à former, après gravure, les pistes conductrices de lignes 22 du réseau matriciel RM.

5 L'ensemble précédemment décrit forme ce qui est généralement appelé une "dalle de silicium amorphe".

10 Les conducteurs de lignes,  $Cl_1-Cl_x$ , et les conducteurs de colonnes,  $Cc_1-Cc_y$ , constituent les électrodes de polarisations des condensateurs de diodes. Ces derniers stockent des charges électriques lorsqu'elles sont soumises à un rayonnement lumineux et délivrent un signal électrique, proportionnel à la charge stockée, lorsqu'elles sont 15 polarisées électriquement. L'adressage des conducteurs de lignes,  $Cl_1-Cl_x$ , et des conducteurs de colonnes,  $Cc_1-Cc_y$ , s'effectue selon une chronologie appropriée, de manière à ce que tous les pixels  $p_{mn}$  soient polarisés séquentiellement dans un ordre prédéterminé. Le signal délivré par chaque pixel  $p_{mn}$  est ainsi récupéré et traité par des circuits 20 électriques (non représentés), de façon à reconstituer (point par point) l'image stockée sous forme de charges électriques.

25 Les signaux sont récupérés dans des zones de connectique respectives, 3 et 4, pour les lignes,  $Cl_1-Cl_x$ , et les colonnes,  $Cc_1-Cc_y$ . Les connexions avec les circuits électriques peuvent être réalisées à l'aide de câbles souples multiconducteurs, 30 et 40, respectivement.

30 Comme il a été indiqué, les éléments photosensibles doivent être illuminés par de la lumière visible (ou dans une gamme proche de la lumière visible). Il est nécessaire de disposer d'un scintillateur qui convertit les rayons X en énergie lumineuse dans le spectre visible. Pour ce faire, il suffit de disposer au-dessus de la dalle silicium amorphe précédemment décrite une couche de substance scintillatrice 24, en général sur un substrat porteur 26. A titre d'exemple, pour un détecteur sensible aux rayons X de

l'ordre de 60 keV, on peut utiliser comme substance scintillatrice de l'iodure de césum (CsI) dopé à l'iodure de sodium (NaI) ou de thallium (TlI), selon que l'on souhaite obtenir un signal lumineux de longueur d'onde 5 390 nm ou 550 nm, respectivement.

La dalle de silicium amorphe précédemment décrite est réalisée par évaporation sous vide de couches minces de matériaux sur la dalle de verre. Les dimensions de la dalle de verre doivent être compatibles avec les capacités 10 dimensionnelles actuelles des machines de réalisation du dépôt.

Or, le besoin s'est fait sentir de disposer de dalles de grandes dimensions, ces dimensions étant incompatibles avec les machines effectuant le dépôt précité. 15 Aussi, il est nécessaire d'avoir recours à des dalles élémentaires unitaires, de plus petites dimensions, qui sont assemblées par juxtaposition les unes par rapport aux autres. À titre d'exemple non limitatif, on assemble damier de quatre dalles unitaires élémentaires pour former une 20 dalle composite de grande dimension. Un tel procédé d'assemblage est décrit, par exemple, dans la demande de brevet français FR-A-2 687 494 (THOMSON TUBES ELECTRONIQUES).

La mise en oeuvre d'une telle technologie est 25 génératrice de problèmes spécifiques en ce qui concerne le scintillateur.

Tout d'abord, il est utile de noter qu'il existe trois types principaux de scintillateurs, en ce qui concerne leur structure.

30 Un premier type consiste en un scintillateur que l'on appellera "scintillateur rapporté". La méthode de réalisation d'un tel scintillateur sera rappelée de façon plus détaillée ci-après. En résumé, elle consiste à déposer

une couche de substance scintillatrice sur un substrat. L'ensemble substrat-scintillateur est ensuite "rapporté" sur les dalles élémentaires unitaires raboutées formant une dalle composite de grande dimension.

5        Un deuxième type consiste en un scintillateur déposé directement sur le détecteur. Dans ce cas, la technologie est dénommée "évaporation directe". Elle présente un grand intérêt pour certains types d'applications, notamment lorsqu'une grande résolution est recherchée. Du fait du  
10      contact intime entre la couche de substance scintillatrice et la surface supérieure du détecteur (réseau matriciel d'éléments photosensibles).

15      Un troisième type de scintillateur consiste en un scintillateur "autoporté". Le dépôt de la substance scintillatrice est effectué sur un substrat suffisamment adhérent pour permettre sa tenue pendant les phases d'évaporation, mais permettant néanmoins le décollement de la couche de scintillateur (par des effets de relâchement des contraintes mécaniques) pendant une phase ultérieure  
20      d'activation par recuit. Le recuit s'effectue habituellement à une température de  $300^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ . Dans ce cas, le scintillateur seul peut être couplé sur le détecteur : il est donc "autoporté". Cette méthode ne donne pas en général de très bons résultats du point de vue résolution et, de  
25      plus, le matériau scintillateur est particulièrement fragilisé par l'opération de décollement.

L'invention concerne des détecteurs de rayonnement comprenant des scintillateurs du premier type, c'est-à-dire "rapportés".

30      la partie "détecteur" proprement dite étant discontinue, puisque résultant de la juxtaposition de plusieurs dalles élémentaires unitaires, il est clair qu'il est nécessaire de restaurer la continuité de l'image lors de

sa restitution. Pour ce faire, plusieurs conditions doivent être remplies:

- respect du pas d'échantillonnage spatial de l'image ;

5           - absence de perte de signal à la jonction ;

- dégradation minimale de l'information ;
- et égalisation des caractéristiques des détecteurs de part et d'autre de la jonction, pour éviter les effets de "damier" dans l'image.

10           Le respect du pas doit se faire par construction. On peut envisager un positionnement des panneaux détecteurs "au plus près", et une restauration du pas d'échantillonnage spatial par calcul après étalonnage. Bien que cette solution soit techniquement possible, elle n'est généralement pas

15           compatible avec les contraintes de coût qui s'imposent pour la plus part des applications de ce type de détecteur de rayonnement.

On est donc contraint d'accepter, soit une perte d'une ligne (ou d'une colonne) à la jonction entre deux 20 dalles élémentaires unitaires, soit la réduction de la surface sensible pour les lignes (ou les colonnes) des bords afin de ménager l'espace nécessaire à la découpe et à l'assemblage.

Pour des raisons pratiques évidentes, cet espace ne 25 peut être réduit indéfiniment : précision limitée de la découpe et du montage, défauts introduits au voisinage immédiat de la découpe (écailles, bêquets), intervalle minimum entre panneaux adjacents. En général, l'espace précité ne peut être inférieur typiquement à 100  $\mu\text{m}$ . Cette 30 contrainte se combine à la nécessité de la présence d'un espace non sensible dans la structure du pixel pour les isolements et connexions (voir les figures 1a à 1d). La solution de lignes (ou colonnes) de bords plus étroites est

très difficile à mettre en oeuvre pour un pas d'échantillonnage spatial de moins de 200  $\mu\text{m}$ .

La perte d'une ligne (ou d'une colonne) d'éléments photosensibles à la jonction de deux panneaux est donc en 5 général inéluctable.

En ce qui concerne les détecteurs, considérés dans leur structure globale, deux solutions paraissent envisageables.

La première solution consisterait à assembler des 10 panneaux complets possédant déjà et unitairement leur scintillateur. Dans ce cas, il est clair qu'il est difficile d'assurer la continuité de l'image.

Les scintillateurs étant issus d'opérations différentes risquent de ne pas avoir la même épaisseur, ce 15 qui induit un écart de sensibilité, d'un détecteur élémentaire à l'autre, et surtout une différence de comportement avec le spectre du rayonnement incident, qui n'est pas pris en compte par la correction de gain.

Il existe un risque majeur de dégradation du 20 matériau scintillateur pendant les opérations d'assemblage des panneaux élémentaires.

Des effets optiques difficiles à maîtriser se produisent : réflexions, diffusions par les bords du scintillateur. Lorsque le scintillateur est beaucoup plus 25 épais que le pas des pixels  $p_{mn}$  (figure 1c), ce qui est le cas si on utilise l'iodure de césum, ces effets perturbent plusieurs lignes de part et d'autre.

La seconde solution consiste à assembler d'abord les dalles élémentaires unitaires avant d'élaborer le 30 scintillateur. En d'autres termes, le scintillateur recouvre

entièrement la dalle composite obtenue par juxtaposition de dalles élémentaires unitaires.

L'invention concerne des détecteurs de ce dernier type.

5 L'invention se fixe donc pour but la réalisation d'un détecteur de rayonnement de grande dimension obtenu par juxtaposition de dalles élémentaires unitaires, du type comportant un scintillateur rapporté, et optimisant la restauration de la continuité de l'image détectée, malgré la  
10 perte de lignes et/ou colonnes en bords de dalles raboutées.

15 L'invention a donc pour objet un procédé de réalisation d'un détecteur de rayonnement à écran plat de grande dimension, comprenant au moins une étape de réalisation d'un ensemble détecteur composite constitué par la juxtaposition d'au moins deux dalles élémentaires supportées par un substrat commun et portant sur une de ses faces une pluralité d'éléments photosensibles, et une étape de réalisation d'un scintillateur constitué d'un film en substance scintillatrice disposé sur un substrat,  
20 caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :

- réalisation d'un organe de couplage optique sur ledit détecteur composite ;

25 - et disposition de l'ensemble constitué par le film en substance scintillatrice et de son substrat sur ledit organe de couplage optique, le film de substance scintillatrice étant en vis-à-vis dudit organe de couplage optique.

30 L'invention a encore pour objet un détecteur de rayonnement obtenu par ce procédé.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui suit en référence aux figures annexées, parmi lesquelles :

5 - les figures 1a à 1d illustrent schématiquement le fonctionnement d'un détecteur de radiographie selon l'art connu;

10 - la figure 2 est une courbe mettant en évidence la contribution du scintillateur dans la restitution d'une image ;

- et les figures 3a à 3f illustrent schématiquement les étapes principales du procédé de réalisation d'un détecteur de rayonnement de grande dimension selon l'invention.

15 On va tout d'abord montrer, en regard de la figure 2, l'importance des caractéristiques techniques du scintillateur dans le comportement global du détecteur. Sur la figure 2, on a représenté une impulsion lumineuse spatiale unidimensionnelle  $I_{SP}$  (en trait plein) incidente 20 sur plusieurs pixels adjacents et l'énergie reçue  $I_R$  par ces pixels adjacents (en traits discontinus). L'échelle verticale est une échelle normalisée (maximum égal à l'unité). L'échelle horizontale représente des distances relatives (en micromètres) par rapport à une abscisse zéro 25 (centre de l'impulsion spatiale unidimensionnelle).

L'optimisation d'un scintillateur vise à accroître, d'une part, l'absorption des rayons incidents, par exemple des rayons X, et la résolution spatiale. D'autre part, le pas d'échantillonnage spatial est choisi en fonction de la 30 taille des détails que l'on souhaite distinguer sur l'image finale. Ceci conduit généralement à un compromis pour lequel la réponse impulsionnelle spatiale (connue sous la dénomination anglo-saxonne "Line Spread Function") du scintillateur couvre plusieurs pixels.

On choisit habituellement une épaisseur du scintillateur telle que la largeur à mi-hauteur de la réponse impulsionale spatiale soit de l'ordre de la largeur du pixel.

5 A titre d'exemple, la courbe  $I_{SP}$  de la figure 2 est la réponse impulsionale spatiale mesurée d'un écran à base d'iodure de césum dopé à l'iodure de thallium (TlI) de  $450 \mu\text{m}$  d'épaisseur et la courbe en échelon  $IR$  est le résultat de cette réponse intégrée par des pixels de  $143 \mu\text{m}$ .

10 L'examen de la courbe  $IR$  montre que le pixel central (abscisse relative zéro) reçoit 60 % du signal et que les deux pixels immédiatement adjacents reçoivent, chacun, 13 % du signal.

Dans la situation pour laquelle l'écran  
15 scintillateur est mécaniquement et optiquement continu, la réponse spatiale est la même sur toute sa surface, en particulier au voisinage de la jonction entre deux dalles élémentaires unitaires. Une ligne ou une colonne manquante n'affecte donc pas la répartition de lumière de fluorescence  
20 sur les pixels voisins. Ainsi, même dans le cas le plus défavorable pour lequel le signal central est absent, on dispose encore de plus d'un quart du signal correspondant (26 %) sur les deux pixels voisins. Ceci doit permettre théoriquement de reconstituer la valeur manquante, au prix  
25 d'un doublement du bruit sur le signal reconstruit.

De façon pratique, la reconstruction peut être réalisée approximativement en affectant à la ligne manquante, lors du balayage précité, la moyenne de ligne précédente et de la ligne suivante, et beaucoup plus  
30 précisément par ajustage d'une courbe polynomiale ou similaire sur les valeurs de plusieurs lignes précédentes et suivantes. Il est encore possible d'améliorer la précision de l'interpolation en effectuant celle-ci sur une petite région (ou "kernel" selon la dénomination anglo-saxonne

couramment utilisée) pour prendre en compte les fréquences spatiales présentes dans toutes les directions.

De ce qui précède, on en déduit que la continuité du scintillateur est un paramètre déterminant pour assurer une 5 interpolation dans les meilleures conditions possibles. En effet, si le scintillateur était interrompu entre deux dalles élémentaires unitaires assemblées, il ne serait plus possible d'effectuer des corrélations entre les signaux de ligne (ou de colonnes)  $j-1$  et  $j+1$ ,  $j$  étant un entier 10 arbitraire. La fréquence spatiale dite de Nyquist a pour valeur  $(2 \times T_{ap})^{-1}$ , avec  $T_{ap}$  taille d'un pixel  $p_{mn}$  (figure 1c). Cette fréquence spatiale ne peut plus être interpolée pour la ligne (ou la colonne) de rang  $j$ . L'interpolation devient alors incertaine et perturbée par des réflexions complexes 15 précédemment rappelées.

Ce qui précède montre le rôle déterminant du scintillateur. Il est donc nécessaire que celui-ci soit optimisé, dans sa construction, mais aussi en ce qui concerne son couplage avec les réseaux d'éléments 20 photosensibles.

On va maintenant décrire le procédé de réalisation d'un détecteur de rayonnement de grande dimension selon l'invention, par référence aux figures 3a à 3f.

Comme il a été indiqué, l'invention concerne des 25 détecteurs à scintillateur rapporté.

La première étape, illustrée plus particulièrement par la figure 3a, consiste en un dépôt, par une méthode classique, d'une substance scintillatrice 24 sur un substrat 26. On peut utiliser, par exemple, de l'iodure de césium 30 (CsI) dopé par de l'iodure de Thallium (ThI), si la luminescence recherchée doit se situer dans les longueurs d'onde de la lumière verte. L'épaisseur de la couche peut varier de quelques micromètres à quelques millimètres, selon

l'absorption désirée pour un rayonnement X incident d'énergie donnée.

L'épaisseur du substrat et sa nature doivent être adaptées aux contraintes d'adhérence de la substance scintillatrice déposée et aux contraintes d'absorption des rayons X incidents. En outre, le substrat doit répondre à des contraintes de réflexion de la lumière visible. A titre d'exemple non limitatif, on peut choisir l'aluminium comme matériau de base.

La deuxième étape consiste en la réalisation de l'ensemble détecteur proprement dit. Cette étape est réalisée de façon classique, par exemple par mise en oeuvre des enseignements de la demande de brevet FR-A-2 687 494 précitée. On assemble au moins deux dalles élémentaires unitaires, par exemple les dalles 10<sub>a</sub> et 10<sub>b</sub>, supportant les réseaux matriciels d'éléments photosensibles, RM<sub>a</sub> et RM<sub>b</sub>. Les dalles 10<sub>a</sub> et 10<sub>b</sub> sont collées par un film de colle sur un support commun 7. Le plus souvent, on assemble quatre dalles élémentaires unitaires, 10<sub>a</sub> à 10<sub>d</sub>, pour former une dalle composite de grande dimension, comme illustré plus particulièrement par la figure 3c.

L'étape suivante consiste à "rapporter" le scintillateur 24, et son substrat support 26, sur l'ensemble composite obtenu à l'étape précédente. Le scintillateur doit recouvrir la totalité du détecteur, y compris la zone de raboutage discontinue située au centre des quatre dalles élémentaires unitaires (figure 3c).

Auparavant, comme il a été indiqué, il est très important que le couplage optique entre ces deux composants s'effectue dans les meilleures conditions possibles. Aussi, selon une des caractéristiques importantes de l'invention, on interpose entre les éléments précités un film de couplage optique 8. Cette étape est illustrée par la figure 3d. Le couplage peut s'effectuer par l'intermédiaire d'un film 8 de

colle ou d'une résine optique à base de silicium, par exemple. La résolution spatiale est fortement dépendante de la qualité du couplage.

Le film 8 de colle ou de résine doit résister aux 5 rayonnements ionisant.

L'étalement de l'élément de couplage 8 peut être réalisé, par exemple, par l'intermédiaire d'un spray (étape illustrée par la figure 3d). L'épaisseur de l'élément de couplage 8 est comprise typiquement entre quelques 10 micromètres et plusieurs centaines de micromètres. Cette épaisseur doit être ajustée pour ne pas dégrader le chemin optique de la lumière émise par le scintillateur 24, à l'interface scintillateur/détecteur.

L'iodure de césium (CsI) se présente sous la forme 15 d'aiguilles. Si la résine est polymérisable, la polymérisation peut être complète ou partielle, et ajustée de façon à éviter toute remontée de résine entre les aiguilles d'iodure de césium (CsI) par capillarité.

A l'étape suivante, illustrée plus particulièrement 20 par la figure 3e, le scintillateur, c'est-à-dire l'ensemble, "film de substance scintillatrice 24 + substrat 26", est disposé ("rapporté") sur le détecteur et son film de couplage optique 8, le film scintillateur tourné vers le détecteur.

25 La dernière étape, illustrée plus particulièrement par la figure 3f, consiste à assurer un scellement étanche de l'ensemble ainsi constitué. En effet, certains matériaux comme scintillateurs, tels que l'iodure de césium (CsI) dopé au sodium (Na) et, dans une moindre mesure, l'iodure de 30 césium (CsI) dopé au thallium (TI) sont hygroscopiques. Leur propriété d'émission de lumière après irradiation aux rayons X peut être fortement atténuée si l'exposition à l'humidité ambiante se prolonge. On observe également une nette

dégradation de la structure du matériau (effet de coalescence des aiguilles), qui affecte sa résolution.

Le substrat 26, par exemple en aluminium, assure une bonne protection sur l'ensemble de sa surface mais n'empêche 5 pas la pénétration de l'humidité par la périphérie.

Certaines précautions après les opérations de couplage du scintillateur s'imposent donc. Les zones périphériques exposées à l'air ambiant et aux éventuelles contaminations par des liquides ou solvants doivent être 10 protégées. Pour ce faire, on applique un cordon de scellement 5 qui assure l'étanchéité entre les dalles de verre, par exemple 10<sub>a</sub> et 10<sub>b</sub>, et le substrat 26 supportant le film scintillateur 24.

On peut utiliser, à titre d'exemple non limitatif, 15 des résines polyuréthane. De telles résines sont isolantes électriquement et n'affectent pas les caractéristiques du détecteur.

A la lecture de ce qui précède, on constate aisément que l'invention atteint bien les buts qu'elle s'est fixés.

20 Il doit être clair aussi que, bien que particulièrement adapté à des détecteurs de grande dimension obtenus par raboutage d'au moins deux dalles élémentaires unitaires, le procédé de l'invention peut s'appliquer également à des détecteurs "monolithiques", bien que ces 25 derniers ne posent pas les problèmes spécifiques aux détecteurs du premier type (perte de lignes ou de colonnes d'éléments photosensibles en bordure de dalle).

## REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'un détecteur de rayonnement à écran plat de grande dimension, comprenant au moins une étape de réalisation d'un ensemble détecteur composite constitué par la juxtaposition d'au moins deux dalles élémentaires (10<sub>a</sub>-10<sub>b</sub>) supportées par un substrat commun (7) et portant sur une de ses faces une pluralité d'éléments photosensibles (RM<sub>a</sub>, RM<sub>b</sub>), et une étape de réalisation d'un scintillateur constitué d'un film (24) en substance scintillatrice disposé sur un substrat (26), caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes suivantes :

- réalisation d'un organe de couplage optique (8) sur ledit détecteur composite ;

15 - et disposition de l'ensemble constitué par le film (24) en substance scintillatrice et de son substrat (26) sur ledit organe de couplage optique (8), le film de substance scintillatrice (24) étant en vis à vis dudit organe de couplage optique (8).

20 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite étape réalisation d'un organe de couplage optique (8) consiste à étaler un film de colle ou de résine optique sur ledit ensemble détecteur composite.

25 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite résine est une résine silicone bicomposant polymérisant par polyaddition, de manière à former un film de couplage optique (8), et en ce que ladite résine formant ce film de couplage optique (8) est au moins partiellement polymérisée.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite étape de réalisation d'un scintillateur comprend une phase de dépôt de ladite substance scintillatrice (24) sur ledit substrat (26), suivie d'une 5 phase de recuit.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite substance scintillatrice (24) est choisie parmi les suivantes : iodure de césium dopé à l'iodure de thallium ou de l'iodure de Césium dopé à l'iodure de 10 sodium.

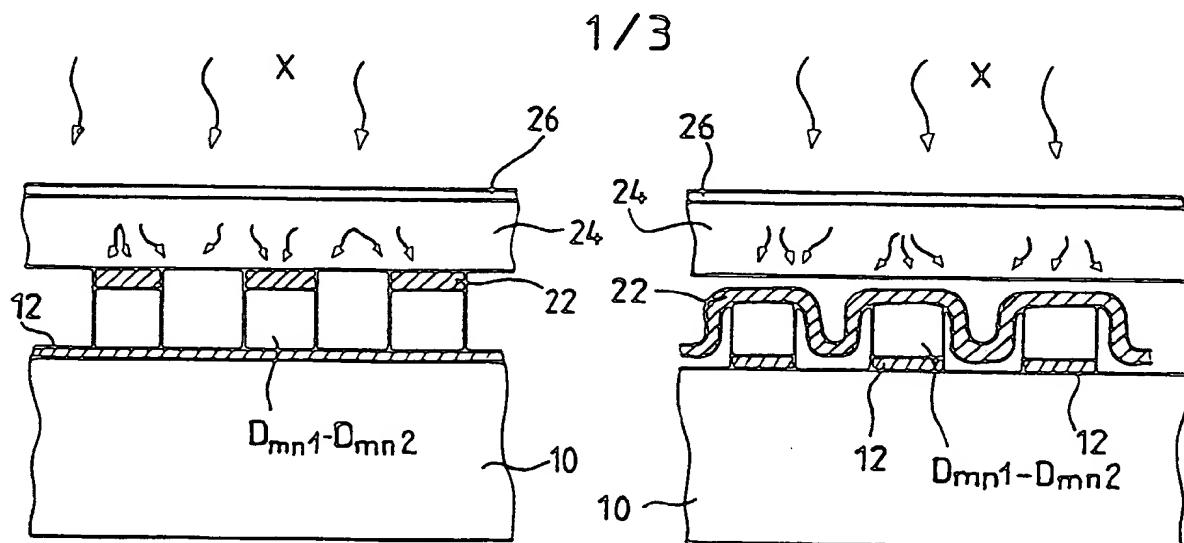
6. Procédé selon la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que ledit substrat (26) est en aluminium.

7. Procédé selon l'une quelconque des 15 revendications, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire consistant en l'encapsulation dudit scintillateur (24, 26) sur ledit détecteur composite, de façon à protéger la substance scintillatrice (24) de l'humidité atmosphérique.

20 8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite étape supplémentaire d'encapsulation consiste à disposer un cordon de scellement (5) à base de polyuréthane, en périphérie dudit substrat (26) de scintillateur.

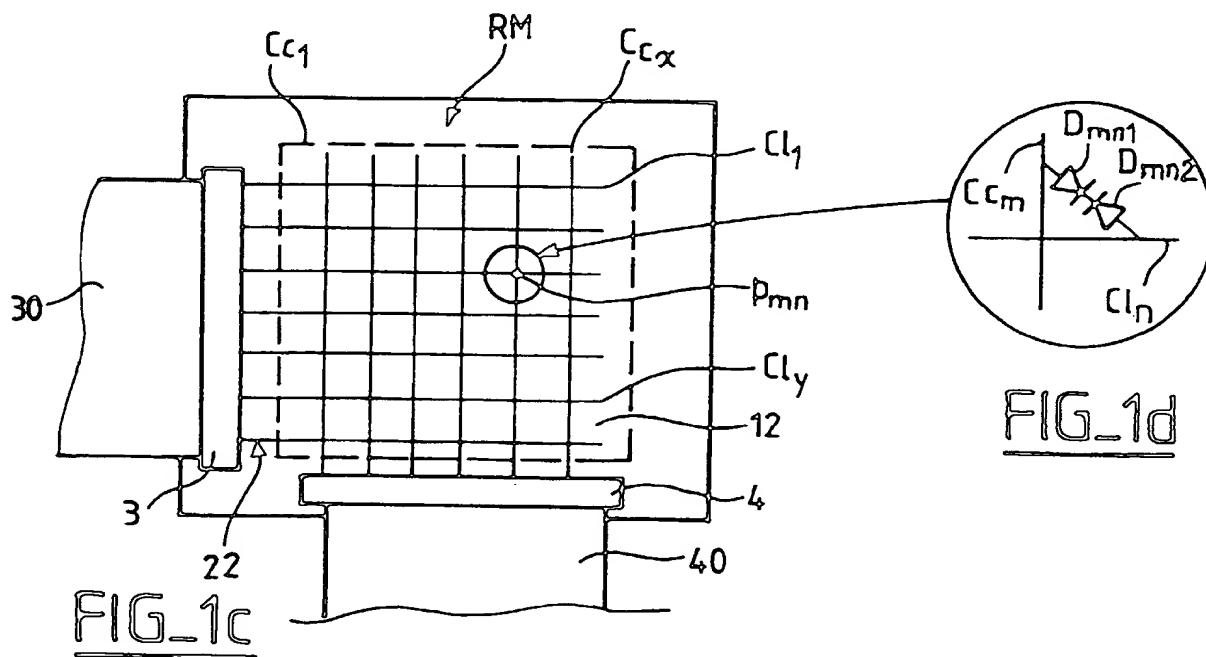
25 9. Détecteur de rayonnement de grande dimension, caractérisé en ce qu'il est obtenu par le procédé de l'une quelconque des revendications précédentes.

10. Détecteur de rayonnement selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit rayonnement est un rayonnement X ou  $\gamma$ .



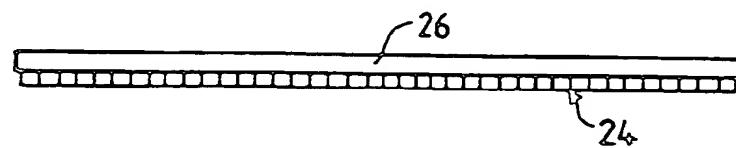
FIG\_1a

FIG\_1b

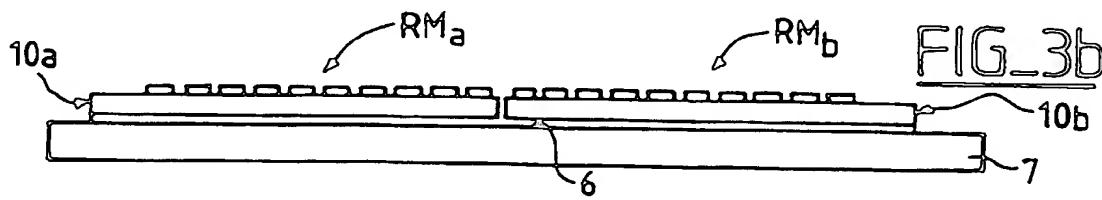


FIG\_1c

FIG\_1d

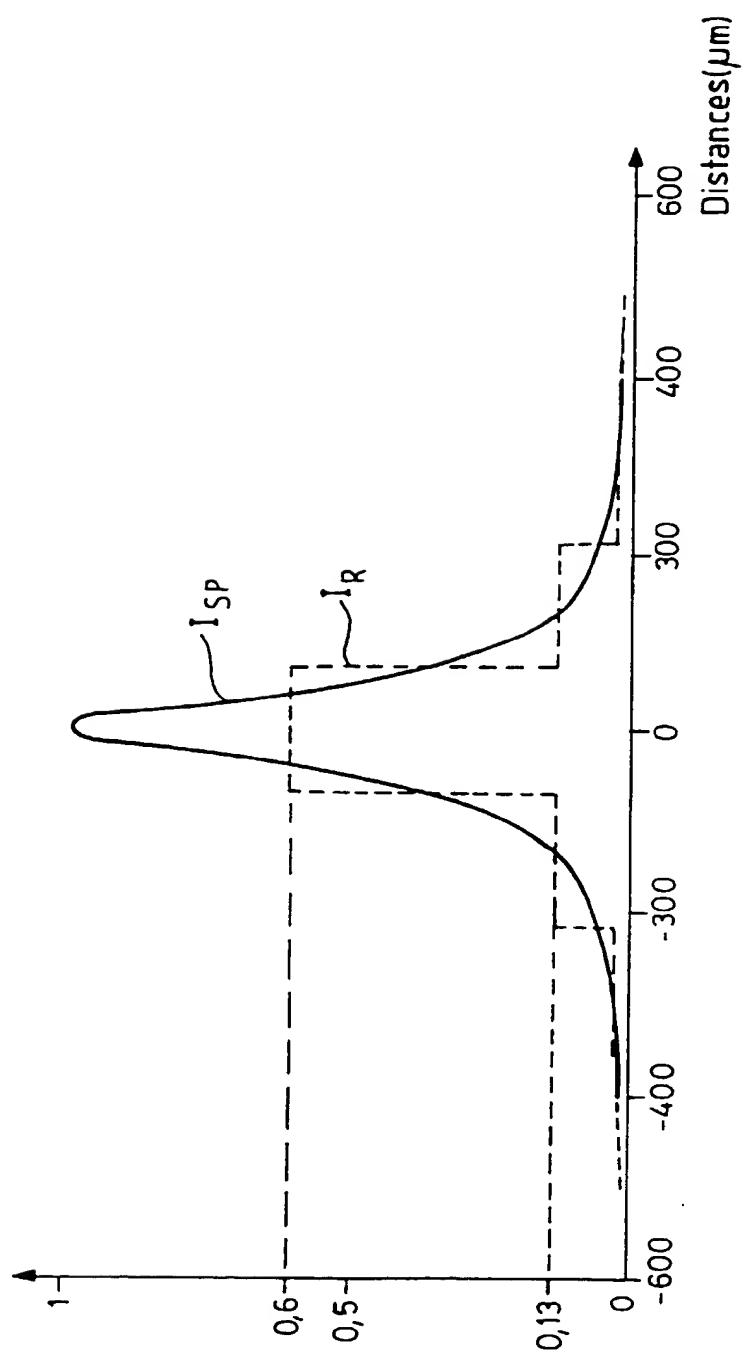


FIG\_3a



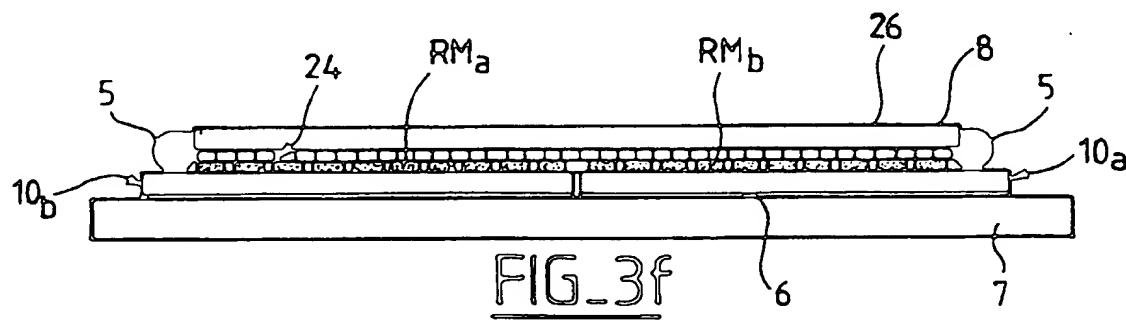
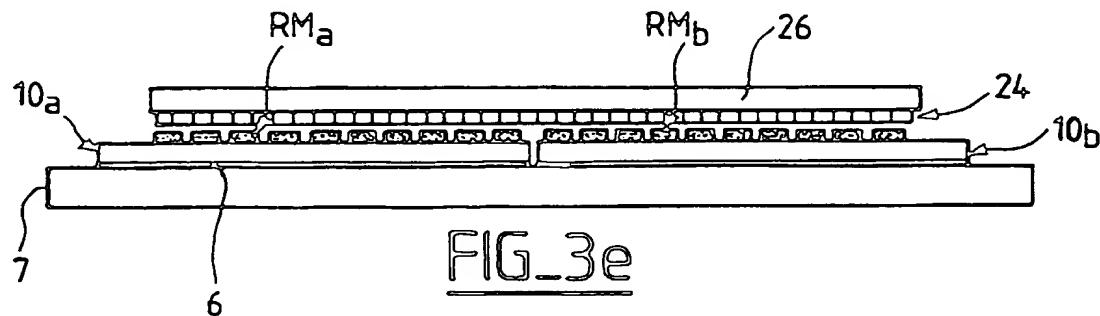
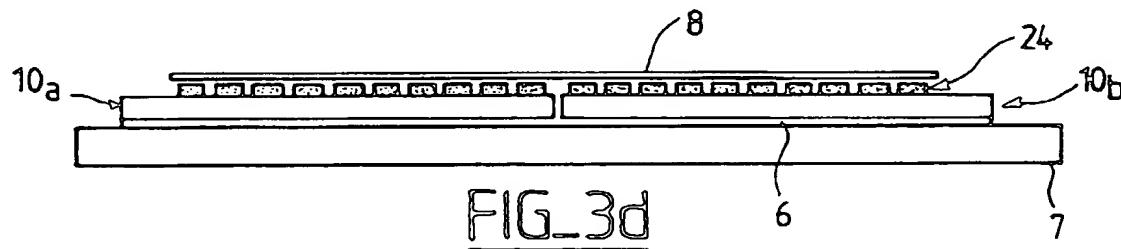
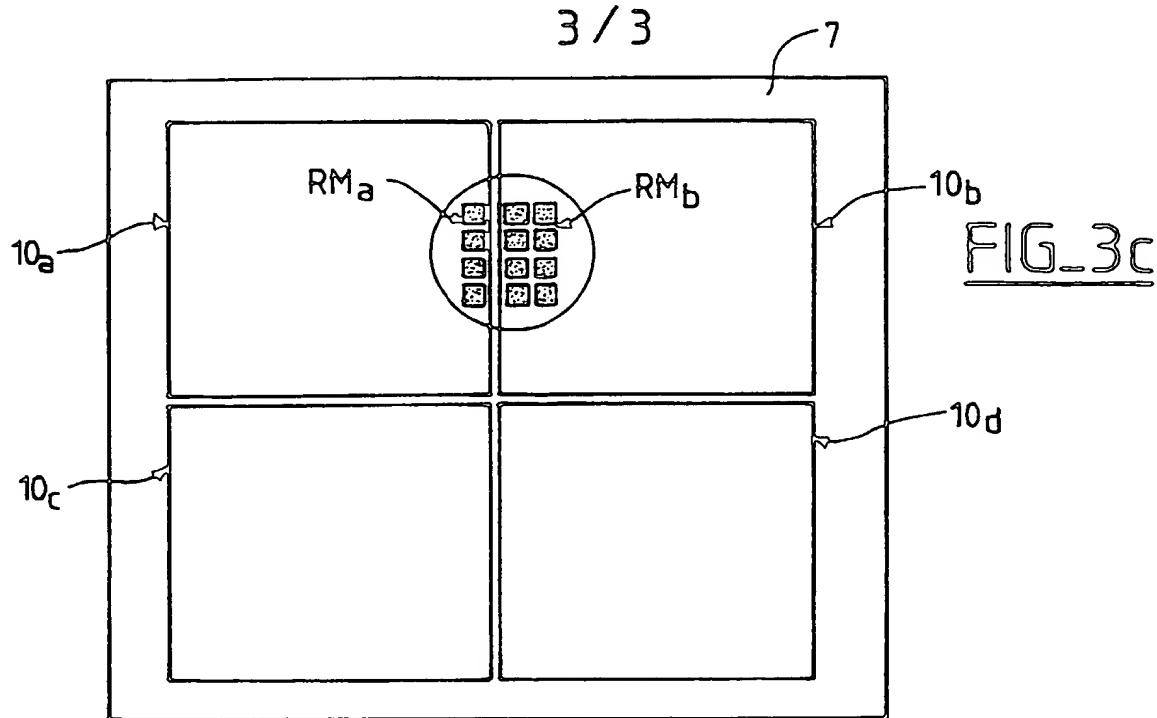
FIG\_3b

2/3



FIG\_2

3 / 3



REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
nationalFA 540722  
FR 9700592

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS  |   | Revendications<br>concernées<br>de la demande<br>examinée   |
|--|---|---|
| Catégorie  | Citation du document avec indication, en cas de besoin,<br>des parties pertinentes  |   |
| Y  | US 5 153 438 A (KINGSLEY JACK D ET AL) 6 octobre 1992<br>* abrégé; figure 5 *<br>* colonne 2, ligne 55 - colonne 3, ligne 4<br>*<br>* colonne 4, ligne 42 - ligne 52 *<br>* colonne 5, ligne 7 - ligne 30 *<br>---            | 1,2,4-6,<br>9,10  |
| Y  | US 5 381 014 A (JEROMIN LOTHAR S ET AL) 10 janvier 1995<br>* abrégé; figures 1A,4 *<br>* colonne 1, ligne 48 - colonne 2, ligne 15 *<br>* colonne 4, ligne 5 - ligne 21 *<br>* colonne 4, ligne 48 - ligne 64 *<br>---        | 1,2,4-6,<br>9,10  |
| A  | EP 0 529 981 A (GEN ELECTRIC) 3 mars 1993<br>* abrégé; figure 1 *<br>* colonne 1, ligne 26 - ligne 43 *<br>* colonne 4, ligne 5 - ligne 28 *<br>* colonne 4, ligne 55 - colonne 6, ligne 8<br>*<br>* revendication 1 *<br>--- | 1,7,8   |
| A  | FR 2 471 610 A (THOMSON CSF) 19 juin 1981<br>* page 3, ligne 18 - ligne 28 *<br>* page 5, ligne 6 - ligne 28 *<br>-----   | 1,3   |
|  |   | DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHES (Int.CL.6)  |
|  |   | H01L  |
| 3  | Date d'achèvement de la recherche<br>29 septembre 1997  | Examinateur<br>Visscher, E  |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES  |   |   |
| X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général<br>O : divulgarion non écrite<br>P : document intercalaire |   | T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date ou dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |